

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 85890206.7

51 Int. Cl.⁴: **H 04 B 5/00**

22 Anmeldetag: 05.09.85

30 Priorität: 03.10.84 AT 3128/84

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.05.86 Patentblatt 86/20

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

71 Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
ÖSTERREICH
Siemensstrasse 88 - 92
A-1210 Wien(AT)

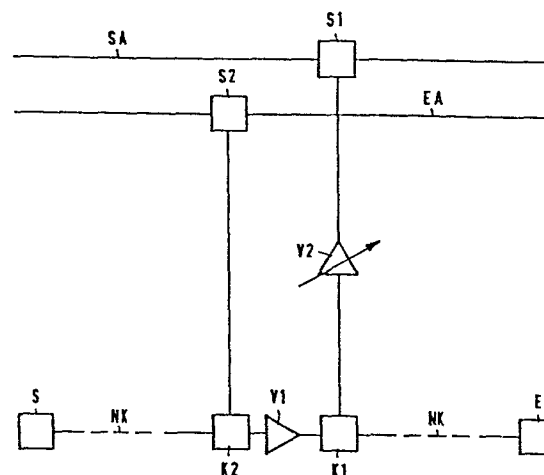
72 Erfinder: **Stockinger, Helmut**
Russbergstrasse 20/3/3
A-1210 Wien(AT)

72 Erfinder: **Marek, Werner**
Bahnstrasse 10a
A-1140 Wien(AT)

54 Tunnelantennensystem zur breitbandigen Signalübertragung.

57 Das Tunnelantennensystem enthält einen Sender (S) an einem Tunnelende und einen Empfänger (E) am anderen Tunnelende, die über ein Nachrichtenkabel (NK) miteinander verbunden sind. In dieses sind Koppelnetzwerke eingeschaltet zur Einspeisung der Sendersignale aus dem Nachrichtenkabel in zugeordnete Sendeantennen (SA) sowie zur Einspeisung von im Tunnel abgestrahlten und über zugeordnete Empfangsantennen (EA) aufgenommenen Signalen in das Nachrichtenkabel. Die Koppelnetzwerke sollen dabei so ausgestaltet werden, daß unter Einhaltung optimaler Koppelbedingungen die Schwingneigung ausreichend unterdrückt wird.

Jedes Koppelnetzwerk weist je einen in das Nachrichtenkabel (NK) eingeschalteten ersten Verstärker (V1) auf, an dessen Ausgang über ein erstes Kopelement (K1) ein zweiter Verstärker (V2) mit einstellbarer Verstärkung angeschlossen ist. Dessen Ausgangssignal ist mittels eines ersten Signalverteilers (S1) in die Sendeantenne (SA) eingekoppelt. Die von der Empfangsantenne (EA) aufgenommenen Signale werden mittels eines zweiten Signalverteilers (S2) aus der Empfangsantenne (EA) ausgekoppelt und mittels eines zweiten Kopelementes (K2) dem Eingang des ersten Verstärkers (V1) zugeführt. Die eingestellte Verstärkung des zweiten Verstärkers (V2) reduziert zusammen mit der vorgegebenen Verstärkung des ersten Verstärkers (V1) die Kreisdämpfung des Koppelnetzwerkes auf einen Wert größer als 20 dB.



Tunnelantennensystem zur breitbandigen Signalübertragung

Die Erfindung betrifft ein Tunnelantennensystem zur breitbandigen Signal-
übertragung mit einem Sender an einem Tunnelende und einem Empfänger am
5 anderen Tunnelende, die miteinander durch ein Nachrichtenkabel verbunden
sind, in das ein oder mehrere Koppelnetzwerke eingeschaltet sind, welche
einerseits der Einspeisung der Sendersignale aus dem Nachrichtenkabel in
zugeordnete Sendeantennen und andererseits der Einspeisung von im Tunnel
abgestrahlten und über zugeordnete Empfangsantennen aufgenommenen
10 Signalen in das Nachrichtenkabel dienen, wobei zwecks Unterdrückung von
eigenerregten Schwingungen die Koppeldämpfung zwischen den Sende- und
Empfangsantennen größer ist als deren Übertragungsdämpfungen.

Bekanntlich werden für den Funkverkehr zwischen Fahrzeugen, die sich
15 innerhalb eines Tunnels befinden und einer in der Tunnelwarte vorge-
sehenen Station Antennen innerhalb der Tunnelröhre verlegt, die einer-
seits als Sendeantennen zur Abwicklung des Funkverkehrs von der Tunnel-
warte zu den Fahrzeugen und andererseits als Empfangsantennen für den
Funkverkehr in umgekehrter Richtung dienen. Als Antennen werden hier-
20 zu entlang der Tunnelröhre verlegte Doppelleitungen oder "Strahlende
Kabel" verwendet, die an einem Tunnelende von einem Sender der Tunnel-
warte angespeist werden und die am anderen Tunnelende in einen der
Tunnelwarte zugeordneten Empfänger für die von den Fahrzeugen ausge-
sendeten Signale münden. An den Antennen ergeben sich zufolge von
25 Kabelverlusten sowie von äußeren Einflüssen, wie Staub-, Ruß- und
Streusalzablagerungen, ferner durch zusätzliche Betauung oder durch
nasse Tunnelwände erhebliche elektrische Dämpfungen, so daß es er-
forderlich ist, in die Antenne in gewissen Abständen in Kaskade ge-
schaltete geregelte Verstärker einzusetzen, die den Signalpegel ab-
30 schnittsweise anheben. Solche Antennensysteme sind jedoch in Kata-

strophenfällen, z.B. bei einem Brand gefährdet, denn bei einer Zerstörung der Antenne an einer Stelle im Inneren des Tunnels bleibt die im Sinn der Signalübertragungsrichtung nachfolgende Tunnelstrecke unver-
sorgt. Man hat daher vorgeschlagen, zwei solche Antennensysteme pa-
5 rallel zueinander, jedoch mit einander entgegengesetzten Signalüber-
tragungsrichtungen innerhalb der Tunnelröhre anzuordnen. Abgesehen da-
von, daß diese Anordnung aufwendig ist, so hat sie überdies den Nach-
teil, daß auch Reparaturen von Schäden an der Antenne schwierig durch-
zuführen sind.

10

Ein mit "Strahlenden Kabeln" ausgestattetes Hochfrequenz-Verbindungs-
system ist in der DE-OS 31 37 021 beschrieben, das für beide Übertra-
gungsrichtungen strahlende Übertragungsleitungen aufweist, die mit
mehreren Ein-Richtungs-Verstärkern versehen sind, deren Verstärkung
15 geringer ist als der Kopplungsgrad zwischen diesen Übertragungsleitun-
gen. Dieses System ist ebenso wie alle anderen, mit "Strahlenden Kabeln"
ausgerüsteten Systeme durch die oben erwähnten Umwelteinflüsse gefähr-
det.

20 Durch die EP A2 79 324 ist eine Breitband-Tunnelfunkanlage bekannt ge-
worden, bei der die Sende- bzw. Empfangsgeräte an den beiden Tunnel-
enden durch ein gegen Beschädigungen geschützt verlegtes Nachrichtenka-
bel miteinander verbunden sind, an das in vorgegebenen Abständen Koppel-
netzwerke angeschlossen sind, die einerseits die Sendersignale aus dem
25 Nachrichtenkabel in zugeordnete Sendeantennen einspeisen und anderseits
die von Fahrzeugen im Tunnel abgestrahlten und von zugeordneten Emp-
fangsantennen aufgenommenen Signale dem Nachrichtenkabel zuführen.
Diese an die einzelnen Koppelnetzwerke angeschlossenen Sende- und Emp-
fangsantennen weisen nur den Abständen zwischen den Koppelnetzwerken ent-
30 sprechend gleiche Längen auf und sind daher im Falle einer Beschädigung
leichter auswechselbar als eine Antenne von der Länge des ganzen Tunnels
und überdies tritt in diesem Fall auch keine Unterbrechung der Nach-
richtenübertragung auf.

35 Bei diesem Antennensystem tritt jedoch so wie bei allen Antennensyste-
men, die zugleich senden und empfangen, das Problem der Schwingneigung
bzw. der Eigenerrregung zufolge der Kopplung zwischen den Sende- und
Empfangssignalwegen auf, nämlich erfahrungsgemäß dann, wenn die Kreis-

dämpfung in dem von Verstärkungs- und Koppel-elementen gebildeten signalübertragenden Kreis kleiner als 20 dB ist. Bei Antennenanlagen der eingangs angegebenen Art mit mehreren Koppelnetzwerken für die Signalübertragung vom Nachrichtenkabel zu den zugeordneten Antennen

5 ist das Problem der Unterdrückung der Eigenerrückung für jedes Koppelnetzwerk einzeln zu lösen, da innerhalb eines Tunnels die Koppel- und Dämpfungsverhältnisse an den verschiedenen Stellen (z.B. in Abhängigkeit vom Tunnelprofil oder aber von der Witterung) unterschiedlich sind. Die Erfindung hat sich daher die Aufgabe gestellt, die Koppel-

10 netzwerke so aufzubauen und auszugestalten, daß unter Einhaltung optimaler Koppelbedingungen trotzdem die Schwingneigung ausreichend unterdrückt wird. Erfindungsgemäß wird dies dadurch erzielt, daß jedes Koppelnetzwerk je einen in das Nachrichtenkabel eingeschalteten, der Kompensation der Nachrichtenkabel-dämpfung dienenden ersten Verstärker auf-

15 weist, an dessen Ausgang über ein erstes Koppel-element ein zweiter Verstärker mit einer in Abhängigkeit vom Kopplungsgrad zwischen Sende- und Empfangsantenne einstellbaren Verstärkung angeschlossen ist, dessen Ausgangssignal mittels eines ersten Signalverteilers in die Sendeantenne eingekoppelt ist und daß die von der Empfangsantenne aufgenommenen

20 Signale mittels eines zweiten Signalverteilers aus der Empfangsantenne ausgekoppelt und mittels eines zweiten Koppel-elementes dem Eingang des ersten Verstärkers zugeführt sind und daß die eingestellte Verstärkung des zweiten Verstärkers zusammen mit der vorgegebenen Verstärkung des ersten Verstärkers die vorwiegend durch die Koppeldämpfung zwischen

25 Sende- und Empfangsantenne bestimmte Kreisdämpfung des Koppelnetzwerkes auf einen Wert, der größer als 20 dB ist, reduziert.

Als Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung eines von

30 den Koppelnetzwerken einer Tunnel-funkanlage dargestellt, die entlang der Tunnelröhre in gleichen Abständen, z.B. von etwa 400 m, voneinander angeordnet sind. Mit NK ist ein von einem Sender S an einem Tunnelende zu einem Empfänger E am anderen Tunnelende führendes Nachrichtenkabel bezeichnet, das sowohl die von der Tunnelwarte an die zu den Fahrzeugen im Tunnel zu übertragenden Nachrichten vom Sender S aufnimmt als

35

auch die von den Fahrzeugen abgestrahlten Nachrichten über den Empfänger E zur Tunnelwarte überträgt. Jedes der Koppelnetzwerke übermittels einerseits die an die Fahrzeuge zu übertragenden Signale an eine zugeordnete Sendeantenne SA und anderseits die von einer zugeordneten Empfangsantenne EA empfangenen Signale der Fahrzeuge an das Nachrichtenkabel NK. Bei jedem Koppelnetzwerk ist in das Nachrichtenkabel NK ein Verstärker V1 eingeschaltet, dessen Verstärkung so bemessen ist, daß über das ganze Nachrichtenkabel NK hinweg vom Sender S bis zum Empfänger E ein etwa gleichbleibender Signalpegel aufrecht erhalten bleibt.

An den Ausgang des Verstärkers V1 ist über ein erstes Koppellement K1, beispielsweise über einen Richtkoppler, ein zweiter Verstärker V2 angeschlossen, dessen Ausgang weiters über einen ersten Signalverteiler S1, beispielsweise einen Differentialübertrager, an die dem Koppelnetzwerk zugeordnete Sendeantenne SA angeschlossen ist. Die zugeordnete Empfangsantenne EA ist mit einem zweiten Signalverteiler S2 versehen, der gleichartig ausgebildet ist wie der erste Signalverteiler S1, jedoch den Signalfluß in umgekehrter Richtung über ein zweites Koppellement K2 zum Nachrichtenkabel NK und zwar vor dem Eingang des ersten Verstärkers V1 leitet.

Zufolge des Umstandes, daß zwischen der Sendeantenne SA und der Empfangsantenne EA eine unvermeidbare Kopplung besteht, ergibt sich eine Kreisstruktur des Koppelnetzwerkes für einen allenfalls störenden Signalfluß über die Bauteile des Koppelnetzwerkes. Ein von der Empfangsantenne EA aufgenommenes Signal gelangt nämlich über den Signalverteiler S2, das Koppellement K2, den Verstärker V1, das Koppellement K1, den Verstärker V2 und den Signalverteiler S1 an die Sendeantenne SA und wird von dieser wieder in die Empfangsantenne EA eingespeist. Wenn die Gesamtdämpfung (Kreisdämpfung) im angegebenen Kreis der Bauelemente geringer ist als 20 dB, kommt es zu erheblichen Dämpfungsverzerrungen bis zu Schwingneigungen, die die normale Signalübertragung beeinträchtigen. Während die Dämpfungs- bzw. Verstärkungsmaße der in diesem Kreis

eingeschalteten Bauelemente kalkulierbar und auch angenähert konstant sind, hängt das Dämpfungsmaß der Koppelstrecke zwischen Sende- und Empfangsantenne von den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten aber auch von der Witterung ab.

5

Bei Tunnelfunkanlagen mit mehreren erfindungsgemäß ausgebildeten Koppelnetzwerken ergibt sich eine einwandfreie Störungsunterdrückung dann, wenn die Kreisdämpfung größer als 20 dB ist. Da die Kreisdämpfung vorwiegend von der Koppeldämpfung zwischen der Sendeantenne SA und der Empfangsantenne EA abhängt, welche wiederum den örtlichen Bedingungen unterliegt, ist zur genauen Einstellung der jeweiligen Kreisdämpfung ein Eingriff in die Verstärkungen bzw. Dämpfungen der Bauelemente des Koppelnetzwerkes erforderlich. Erfindungsgemäß wird dies dadurch erzielt, daß der Verstärker V2 so ausgebildet ist, daß seine Verstärkung verändert werden kann.

15

In der Praxis haben sich die folgenden Verstärkungs- und Dämpfungswerte bewährt:

Verstärkung der Verstärker V1 und V2 : +20 dB

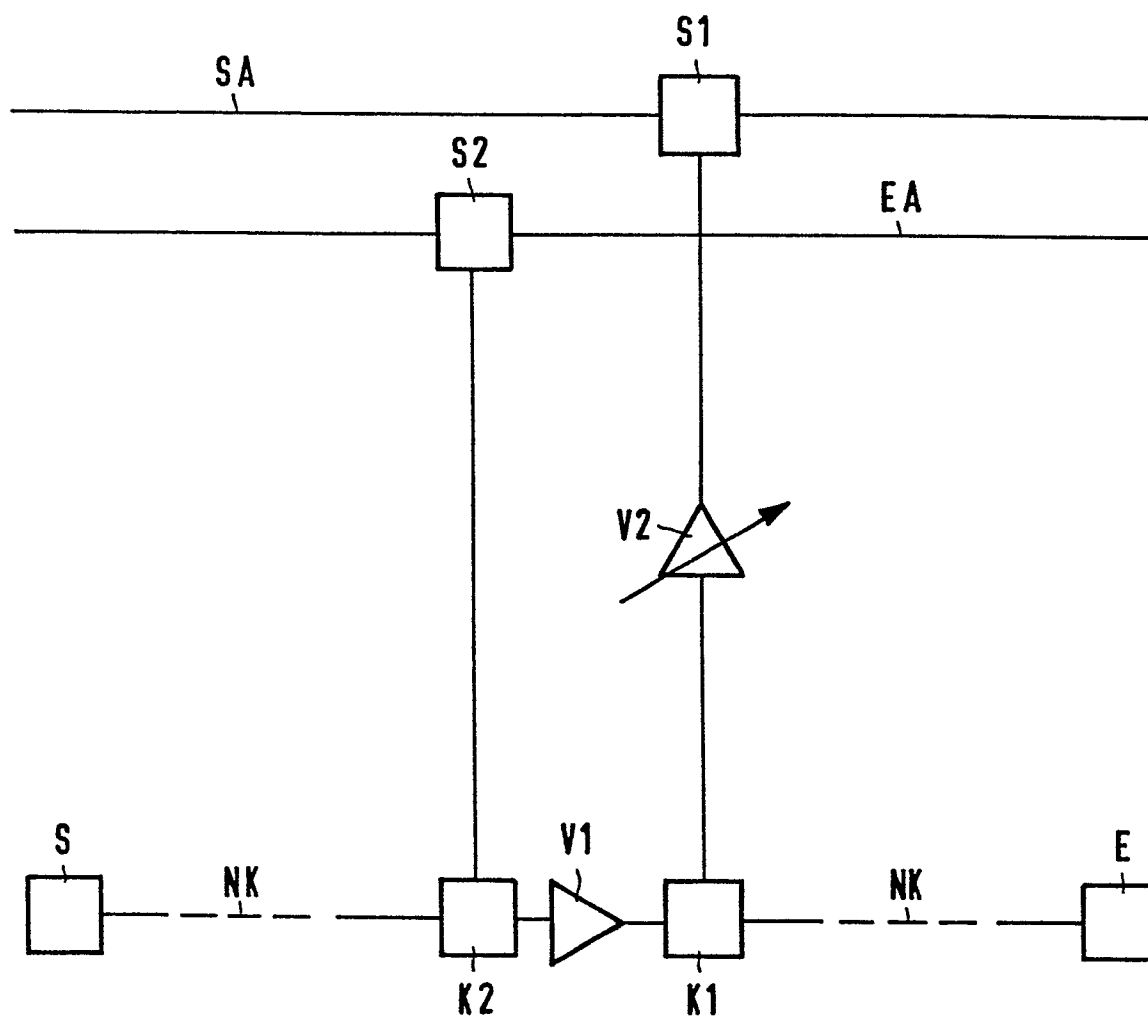
20 Dämpfung der Koppellemente K1 und K2 : -6 bis -14 dB

Dämpfung der Signalverteiler S1 und S2 : -3 bis -6 dB,

wenn die Kopplungsdämpfung zwischen den beiden Antennen SA und SE etwa -40 dB beträgt.

Patentanspruch:

Tunnelantennensystem zur breitbandigen Signalübertragung mit einem Sender an einem Tunnelende und einem Empfänger am anderen Tunnelende, die miteinander durch ein Nachrichtenkabel verbunden sind, in das ein oder mehrere Koppelnetzwerke eingeschaltet sind, welche einerseits der Einspeisung der Sendersignale aus dem Nachrichtenkabel in zugeordnete Sendeantennen und andererseits der Einspeisung von im Tunnel abgestrahlten und über zugeordnete Empfangsantennen aufgenommenen Signalen in das Nachrichtenkabel dienen, wobei zwecks Unterdrückung von eigenerregten Schwingungen die Koppeldämpfung zwischen den Sende- und Empfangsantennen größer ist als deren Übertragungsdämpfungen, d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t , daß jedes Koppelnetzwerk je einen in das Nachrichtenkabel (NK) eingeschalteten, der Kompensation der Nachrichtenkabeldämpfung dienenden ersten Verstärker (V1) aufweist, an dessen Ausgang über ein erstes Koppellement (K1) ein zweiter Verstärker (V2) mit einer in Abhängigkeit vom Kopplungsgrad zwischen Sende- und Empfangsantenne einstellbaren Verstärkung angeschlossen ist, dessen Ausgangssignal mittels eines ersten Signalverteilers (S1) in die Sendeantenne (SA) eingekoppelt ist und daß die von der Empfangsantenne (EA) aufgenommenen Signale mittels eines zweiten Signalverteilers (S2) aus der Empfangsantenne (EA) ausgekoppelt und mittels eines zweiten Koppellementes (K2) dem Eingang des ersten Verstärkers (V1) zugeführt sind und daß die eingestellte Verstärkung des zweiten Verstärkers (V2) zusammen mit der vorgegebenen Verstärkung des ersten Verstärkers (V1) die vorwiegend durch die Koppeldämpfung zwischen Sende (SA)- und Empfangsantenne (EA) bestimmte Kreisdämpfung des Koppelnetzwerkes auf einen Wert, der größer als 20 dB ist, reduziert.





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE																	
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)														
D,Y	EP-A-0 079 324 (SIEMENS) * Figur 1, Zusammenfassung *	1	H 04 B 5/00														
Y	--- DE-A-2 754 455 (LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS-GMBH) * Figur 1, Anspruch 2 *	1															
A	--- DE-A-2 645 057 (LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS-GMBH) * Figur 1; Seite 8, Zeile 15 - Seite 9, Zeile 17 *																
A	--- DE-A-3 018 471 (SIEMENS AG) * Figur 1 *																
A,D	--- GB-A-2 084 430 (UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY) * Figur 2, Zusammenfassung *		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)														
A	--- DE-A-2 528 983 (COAL INDUSTRY (PATENTS) LTD.) * Figur 1 *		H 04 B 5/00														

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.																	
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 06-01-1986	Prüfer BREUSING J														
<table border="0"><tr><td>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</td><td>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</td></tr><tr><td>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</td><td>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</td><td>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>A : technologischer Hintergrund</td><td></td></tr><tr><td>O : nichtschriftliche Offenbarung</td><td></td></tr><tr><td>P : Zwischenliteratur</td><td>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</td></tr><tr><td>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</td><td></td></tr></table>				KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	A : technologischer Hintergrund		O : nichtschriftliche Offenbarung		P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist																
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument																
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument																
A : technologischer Hintergrund																	
O : nichtschriftliche Offenbarung																	
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument																
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze																	